

③ U202USCPC7)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 684 681 A1**

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑲ Anmeldenummer: **95107785.8**

⑤① Int. Cl.⁶: **H02J 13/00**

⑳ Anmeldetag: **22.05.95**

③① Priorität: **26.05.94 DE 4418296**

⑦② Erfinder: **Heite, Christian, Dr.**
Waldesruh 7
D-58579 Schalksmühle (DE)

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.11.95 Patentblatt 95/48

⑥④ Benannte Vertragsstaaten:
AT DE NL

⑦④ Vertreter: **Rupprecht, Klaus, Dipl.-Ing. et al**
c/o ABB Patent GmbH,
Postfach 10 03 51
D-68128 Mannheim (DE)

⑦① Anmelder: **ABB PATENT GmbH**
Kallstadter Strasse 1
D-68309 Mannheim (DE)

⑤④ **Netzankopplung für Einrichtungen zur Datenübertragung über ein elektrisches Verteilnetz.**

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf eine Netzankoppeleinrichtung für Systeme zur Datenübertragung über ein elektrisches Verteilnetz, wobei die Netzankoppeleinrichtung Mittel zur Filterung und Verstärkung eines aus dem Netzsignal ausgekoppelten HF-Empfangssignals aufweist. Mit der Erfindung wird

vorgeschlagen, in der Netzankoppeleinrichtung (1) eine Kette von Filter- und Verstärkerstufen (3.1 bis 3.n, 4.1 bis 4.n) als Regelstrecke wenigstens eines Regelkreises anzuordnen, womit die Verstärkung so geregelt werden kann, daß Verzerrungen des Empfangssignals weitgehend vermieden werden.

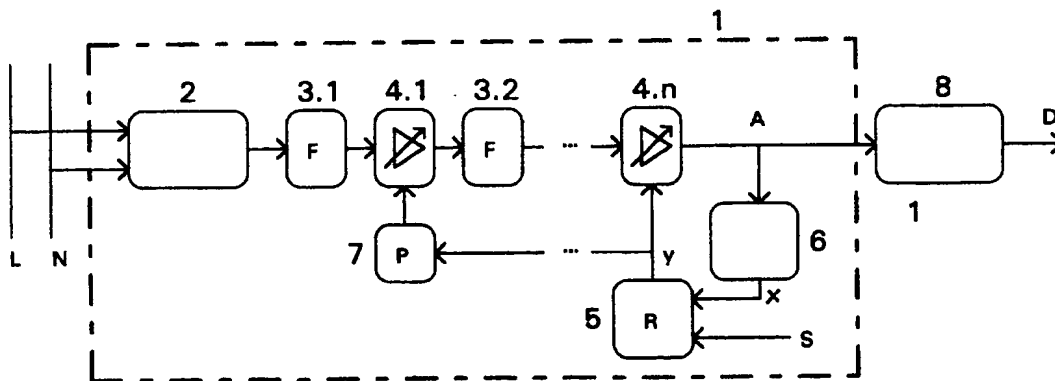


Fig. 1

EP 0 684 681 A1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Netzankoppelpereinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine solche Netzankoppelpereinrichtung ist einsetzbar in Systemen zur Datenübertragung über ein elektrisches Verteilnetz.

Aus der Druckschrift BJE 1008/3.92/0502 "Netzbus X10, Technisches Handbuch" der Firma Busch-Jaeger Elektro GmbH, Lüdenscheid, ist das System Busch-Netzbus X-10 bekannt, zu dem eine gattungsgemäße Netzankoppelpereinrichtung als Systemkomponente gehört.

Netzankoppelungen werden in derartigen Fernsteuersystemen sowohl für die Senderichtung als auch für die Empfangsrichtung eingesetzt. Sie können universell für beide Übertragungsrichtungen verwendbar sein, mit teils gemeinsamen und teils getrennten Signalpfaden je Übertragungsrichtung.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Netzankoppelpereinrichtung bzw. den Funktionsteil einer universellen Netzankopplung für die Empfangsrichtung.

Eine Datenübertragung - z.B. zum Fernsteuern - und Verwendung eines elektrischen Verteilnetzes als physikalisches Übertragungsmedium hat den Vorteil, daß an allen wesentlichen Punkten Zugang zum Netz besteht und somit keine zusätzlichen Leitungen verlegt werden müssen. Jedoch hat ein Elektro-Installationsnetz ungünstige HF-Übertragungseigenschaften; es ist nicht zum Zweck der Datenübertragung, sondern zum Zweck der Energieübertragung konzipiert. Die am Installationsnetz angeschlossenen Verbraucher und die Leitung selbst dämpfen HF-Signale. Außerdem ist das Netz durch hohe Störleistungsdichten gekennzeichnet.

Normen oder Richtlinien schreiben einen zugelassenen Frequenzbereich und eine maximale Sendeleistung vor; die europäische Norm EN 50065-1 z. B. einen Frequenzbereich von 95 kHz bis 148.5 kHz mit verschiedenen Unterbändern und einem maximalen Sendepiegel von 116 dB (μV) für allgemeinen Gebrauch bezogen auf eine Netznachbildung von $50 \Omega \parallel (50 \mu\text{H} + 5 \Omega)$.

Den marktgängigen schmalbandigen Übertragungssystemen - das gilt auch für das System Netzbus X-10 - sind aufgrund dieser Gegebenheiten Grenzen bezüglich der Übertragungsrate gesetzt. Um diese Grenzen überwinden zu können, sind eine Reihe von Vorschlägen zur Datenübertragung unter Anwendung der Bandspreiztechnik und Verwendung von Korrelationsverfahren und Optimalfiltern bekannt geworden.

Die Eigenschaften eines Systems zur Datenübertragung über ein Installationsnetz sind jedoch nicht nur von der Art der Modulation und Demodulation abhängig, sondern ganz wesentlich auch von der Art der Signalaufbereitung in einer Netzankoppelpereinrichtung.

Mit einer empfangsseitigen Netzankoppelpereinrichtung werden HF-Signale aus dem z.B. 50 Hz-Netz ausgekoppelt, gefiltert und verstärkt, um ein Empfangssignal für eine anschließende Signalwandlung und Signalauswertung aufzubereiten. Bekannte Netzankopplungen arbeiten zwar mit mehr oder weniger aufwendigen Hochpaß- oder Bandpaßfiltern, der große Dynamikbereich des HF-Signals, der bis etwa 60 dB betragen kann, wird jedoch nicht ausreichend berücksichtigt. Alle bekannten Ankoppelschaltungen benutzen eine oder mehrere feste Verstärkerstufen zur Anhebung schwacher Signale. Dadurch werden bei kleinen Signalamplituden die Filterstufen unzureichend angesteuert. Bei größeren Nutzsignalen treten Übersteuerungen auf, wodurch die charakteristische Signalform verfälscht wird. Dies führt bei korrelativem Optimalfilterempfang zu einer Degradation des Systems, weil der Informationsgehalt des Signals auf die Nulldurchgänge reduziert wird.

Als weiterer Nachteil können durch Komponenten mit nichtlinearen Übersteuerungskennlinien Außenband-Störspektren in das Nutzsignalband hineingemischt werden. Bei rechteckförmiger Verstärkerbegrenzung wird bevorzugt ein Frequenzbereich, der ein Drittel des Nutzfrequenzbereichs beträgt, in das Signalband hineingemischt. Für europäische Verhältnisse werden damit Störspektren im Frequenzbereich 30 kHz bis 50 kHz, in dem z.B. viele Schaltnetzteile oder elektronische Vorrichtung für Leuchtstofflampen arbeiten, in das für Datenübertragungssysteme vorgesehene 95 kHz- bis 148.5 kHz-Band gemischt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Netzankoppelpereinrichtung anzugeben, die ein zur anschließenden Signalwandlung und/oder Signalauswertung gut geeignetes Empfangssignal liefert. Die Signalform des Sendesignals, z.B. ein Sinussignal, soll möglichst unverfälscht zurückgewonnen werden.

Diese Aufgabe wird bei einer Netzankoppelpereinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in Unteransprüchen angegeben.

Mit der erfindungsgemäßen Anordnung läßt sich eine optimale Aussteuerung der einzelnen Filter/Verstärker-Stufen und somit ein weitgehender Erhalt der ursprünglichen Signalform erreichen.

Mehrere Ausführungsvarianten und deren Vorteile ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungsfiguren.

Es zeigen:

Fig. 1 Blockschema einer ersten Variante der Netzankoppelpereinrichtung, die einen Regelkreis enthält,

Fig. 2 Schaltbild eines Ausführungsbeispiels

- zur ersten Variante,
 Fig. 3 Blockschema einer zweiten Variante der Netzkoppeleinrichtung, die eine Regeleinrichtung mit Zustandsregler enthält,
 Fig. 4 Blockschema einer dritten Variante der Netzkoppeleinrichtung, die mehrere unterlagerte Regelkreise enthält.

Fig. 1 zeigt ein Blockschema einer ersten Variante einer Netzkoppeleinrichtung 1. Diese enthält eine Abkoppeleinrichtung 2, deren Eingang mit dem Verteilnetz L, N verbunden ist. Der Ausgang der Abkoppeleinrichtung 2 ist mit dem ersten Filter 3.1 einer Kette von Filter/Verstärkerstufen 3.1/4.1 bis 3.n/4.n verbunden. Die Verstärker 4.1 bis 4.n sind einstellbar. Der letzte Verstärker 4.n in der Kette liefert ein Ausgangssignal A der Netzkoppeleinrichtung 1.

Einem Regler 5 ist außer einem Sollwert S eine Regelgröße x zugeführt. Die Regelgröße x wird in einem Hüllkurvendetektor 6 gebildet, dessen Eingang mit dem Ausgang der Netzkoppeleinrichtung 1 verbunden ist. Die vom Regler 5 gebildete Stellgröße y ist dem - in der Kette - letzten Verstärker 4.n direkt und den anderen Verstärkern 4.1 bis 4.n-1 über je ein Proportionalglied 7 zugeführt.

Das Ausgangssignal A der Netzkoppeleinrichtung 1 ist zu einer A/D-Wandler- und Auswertereinrichtung 8 geführt, die Daten D ausgibt.

Mit der mehrstufigen Filterung und geregelten Verstärkung läßt sich das Eingangssignal optimal und weitgehend verzerrungsfrei aufbereiten für die anschließende Signalwandlung und Auswertung.

Einzelheiten eines möglichen Aufbaues einer solchen Netzkoppeleinrichtung und deren Arbeitsweise werden nachstehend anhand der in Fig. 2 dargestellten Netzkoppeleinrichtung erläutert. Funktionsgleiche Komponenten sind in allen Zeichnungsfiguren einheitlich bezeichnet.

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel zu der in Figur 1 dargestellten ersten Variante einer Netzkoppeleinrichtung, wobei - abweichend von der in Fig. 1 gezeigten Architektur - die letzte Verstärkerstufe nicht geregelt ist. Die letzte Verstärkerstufe ist dennoch in den Regelkreis einbezogen, weil die Regelgröße x durch einen Abgriff am Ausgang A gebildet ist.

Die Abkoppeleinrichtung 2, die mit Anschlüssen L, N an Phase und Null des elektrischen Stromnetzes angeschlossen ist, wird gebildet durch einen HF-Übertrager Tr1 in Verbindung mit einem Koppelkondensator Cnetz. Diese physikalische Netzanbindung bewirkt eine galvanische Trennung der Elektronikeinrichtung vom Stromnetz, Ausfilterung niederfrequenter Störsignale durch Hochpaßwirkung und Anpassung der Netzimpedanz an die Eingangsimpedanz der Elektronikeinrichtung. Der

Entladewiderstand Rnetz dient zur Entladung des Koppelkondensators Cnetz, der mit der Primärwicklung des HF-Übertragers Tr1 in Reihe geschaltet ist. Parallel zur Sekundärwicklung des HF-Übertragers Tr1 ist eine Supressordiode D1 geschaltet, die netzseitige Hochspannungsspitzen unterdrückt.

Die eigentliche Regelstrecke wird durch die Verstärkerstufen 4.1 bis 4.3 mit den Operationsverstärkern OP1 bis OP3 gebildet. Diese Verstärkerstufen arbeiten als nichtinvertierende Wechselspannungsverstärker.

Die Signalfilterung erfolgt mit drei passiven Bandpaßfiltern 3.1 bis 3.3, die gebildet sind durch die Komponenten R1, L1 und C1 bzw. R7, L2 und C4 bzw. R13, L3 und C7. Passive Bandpässe sind gegenüber aktiven Filtern kostengünstiger realisierbar mit guter Reproduzierbarkeit in der Fertigung und weisen gute Signal-Störspannungsverhältnisse auf. Bei leichter Verstimmung der Mittenfrequenz der Bandpässe kann ein größerer "flacher" Bereich eingestellt werden.

Vor den Verstärkerstufen 4.1 und 4.2 mit den Operationsverstärkern OP1 und OP2 sind jeweils einstellbare Spannungsteiler eingefügt. Sie bestehen aus den Komponenten R2 und T1a bzw. R8 und T1b. Als Stallelemente T1a, T1b sind Junction-FET's eingesetzt, um möglichst wenig Rauschen zu erzeugen. Für einen guten Gleichlauf der einstellbaren Spannungsteiler ist die Verwendung von Doppel-Junction-FET's vorteilhaft.

Die Verstärkerstufen sind linearisiert, indem ein Teil des Drainpotentials über die Komponenten R3, C2 bzw. R9, C5 auf das Gate zurückgekoppelt wird.

Mit dieser zweistufigen Anordnung zur Verstärkungseinstellung läßt sich zum einen ein sehr großer Dynamikbereich von mehr als 60 dB abfangen, zum anderen kann durch die zweistufige Anordnung eine gleichmäßige Aussteuerung der einzelnen Verstärkerstufen gewährleistet werden.

Am Ausgang A liegt ein analoges geregeltes Ausgangssignal an, das direkt zur Steuerung eines A/D-Umsetzers verwendet werden kann.

Mit den Komponenten R16, D2 und C10 ist ein Hüllkurvendetektor 6 gebildet, mit dem der negative Spitzenwert des Ausgangssignals A gemessen wird. Dieser Spitzenwert wird als Regelgröße x verwendet.

Die Regelabweichung e für den Regler 5 wird gebildet durch Vergleich mit einem Referenzwert (Sollwert), der aus der Versorgungsspannung mit Hilfe der Komponenten R18 und D4 abgeleitet wird.

Im Ausführungsbeispiel wird der Referenzwert zur Maximalaussteuerung des A/D-Umsetzers in der Signalwandel- und Auswertereinrichtung 8 herangezogen.

In der Netzkoppeleinrichtung 1 wird der Referenzwert mit der Diode D3 um eine Diodenfluß-

spannung abgesenkt, um den durch die Diode D2 hervorgerufenen Meßfehler bei der Regelgröße x zu kompensieren. Der Widerstand R19 wird so gewählt, daß der Strom durch die Kompensationsdiode D3 dem Mittelwert des Stroms durch die Meßdiode D2 entspricht.

Ein Kondensator C9 ist zur Filterung der Referenzspannung angeordnet. Die Widerstände R16 und R17 bewirken eine Strombegrenzung.

Der Regler 5 mit dem Regelverstärker OP4 arbeitet als PI-Regler, dessen I-Anteil durch C11 und R22 bestimmt wird, bzw. dessen P-Anteil durch die Widerstände R20, R21, R22.

Das Ausgangssignal des Reglers 5 ist als Stellgröße y auf die Regelstrecke geschaltet, und zwar über Widerstände R4 bzw. R10, mit denen eine unterschiedliche Gewichtung der Stellgröße y auf Abschnitte der Regelstrecke eingestellt werden kann.

Fig. 3 zeigt eine zweite Variante mit einer Netzankoppeleinrichtung 10, die einen Zustandsregler 50 aufweist. Dem Zustandsregler sind die Ausgangssignale mehrerer oder aller Filterstufen 4.1 bis 4.n über Hüllkurvendetektoren 6.1 bis 6.n zugeführt. Das vom Regler gebildete Stellsignal y ist über Proportionalglieder 7.1 bis 7.n den Verstärkerstufen 4.1 bis 4.n aufgeschaltet.

Mit der zweiten Variante kann im Vergleich zur ersten Variante schneller auf auftretende Pegeländerungen reagiert werden. Bei der ersten Variante muß sich nämlich eine Störung bereits auf den Ausgang ausgewirkt haben, bevor der Regler eingreifen kann. Energiereiche Störpulse können dabei sehr leicht die Bandpaßfilter zu gedämpften Schwingungen anregen.

In ähnlicher Weise läßt sich mit der in Fig. 4 dargestellten dritten Variante eine schnellere Reaktion der Reglereinrichtung erreichen. Die Netzankoppeleinrichtung 100 der dritten Variante enthält mehrere unterlagerte Regelkreise mit Reglern 5.1 bis 5.n. Mit dem Regler 5.1 ist beispielsweise ein innerer Regelkreis gebildet, wobei dem Regler 5.1 das Ausgangssignal des Verstärkers 4.2 über einen Hüllkurvendetektor 6.1 als Regelgröße x1 zugeführt ist und die vom Regler gebildete Stellgröße y1 dem Verstärker 4.2 aufgeschaltet ist. Den inneren Regelkreisen ist ein äußerer Regelkreis mit dem Regler 5.n überlagert, dem das Ausgangssignal A der Netzankoppeleinrichtung 100 über den Hüllkurvendetektor 6.1n als Regelgröße x.n zugeführt ist und der die Stellgröße y.n für den ersten Verstärker 4.1 in der Kette bildet. Den Reglern 5.1 bis 5.n sind angepaßte Sollwerte S1 bis Sn vorgegeben.

Die in den Regelkreisen verwendeten Stillelemente müssen hohen Linearitätsansprüchen genügen und können als Präzisions-Analogmultiplizierer, als linearisierte Abschwächernetzwerke mit Feldeffekttransistoren oder als multi-

plizierende D/A-Umsetzer ausgeführt sein.

Bezugszeichenliste

5	1, 10, 100	Netzankoppeleinrichtung,
	2	Abkoppeleinrichtung,
	3.1 bis 3.n	Filter, Filterstufe,
	4.1 bis 4.n	Verstärker, Verstärkerstufe,
	5, 5.1 bis 5.n	Regler
10	50	Zustandsregler
	6, 6.1 bis 6.n	Hüllkurvendetektor
	7, 7.1 bis 7.n	Proportionalglied
	8	Signalwandel- und Auswerteeinrichtung
15	A	Ausgang, Ausgangssignal
	D	Daten
	L, N	Leitungen eines Verteilnetzes
	x	Regelgröße
	y	Stellgröße
20		

Patentansprüche

1. Netzankoppeleinrichtung mit
 - a) Mitteln zur Auskopplung von HF-Signalen aus einem elektrischen Verteilnetz, und
 - b) Mitteln zur HF-Empfangssignal-Aufbereitung durch Filterung und Verstärkung, dadurch gekennzeichnet, daß
 - c) eine Kette von abwechselnd aufeinanderfolgenden Filterstufen (3.1 bis 3.n) und Verstärkerstufen (4.1 bis 4.n) angeordnet ist und
 - d) wenigstens eine Regeleinrichtung (5,50) vorhanden ist zur Regelung der Verstärkung wenigstens einer der Verstärkerstufen (4.1 bis 4.n).
2. Netzankoppeleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Mittel zur Auskopplung von HF-Signalen ein kapazitives Netzwerk (Cnetz, Rnetz) kombiniert mit einem HF-Übertrager (Tr1) angeordnet sind.
3. Netzankoppeleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Regelung der Verstärkung das Ausgangssignal (A) der Netzankoppeleinrichtung (1) zur Bildung einer Regelgröße (x) verwendet ist.
4. Netzankoppeleinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß mit Hilfe eines Hüllkurvendetektors (6) der Spitzenwert der Ausgangsspannung (A) ermittelt und als Regelgröße (x) verwendet ist.
5. Netzankoppeleinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Regeleinrichtung einen PI-Regler

(5) aufweist.

6. Netzankoppeleinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Regeleinrichtung gebildete Stellgröße (y) über unterschiedlich eingestellte Proportionalglieder (7.1 bis 7.n) auf Stellelemente (T1a,T1b) mehrerer oder aller Verstärkerstufen (4.1 bis 4.n) geführt ist. 5
7. Netzankoppeleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Regeleinrichtung ein Zustandsregler (50) eingesetzt ist, dem außer dem Ausgangssignal (A) der Netzankoppeleinrichtung auch Ausgangssignale einzelner Filterstufen (4.1 bis 4.n) als Eingangswerte (x.1 bis x.n) zugeführt sind. 10 15
8. Netzankoppeleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Regelung der Verstärkung mehrere unterlagerte Regelkreise (mit Reglern 5.1 bis 5.n) eingesetzt sind. 20
9. Netzankoppeleinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Filterstufen (3.1 bis 3.n) passive Bandfilter eingesetzt sind. 25

30

35

40

45

50

55

5

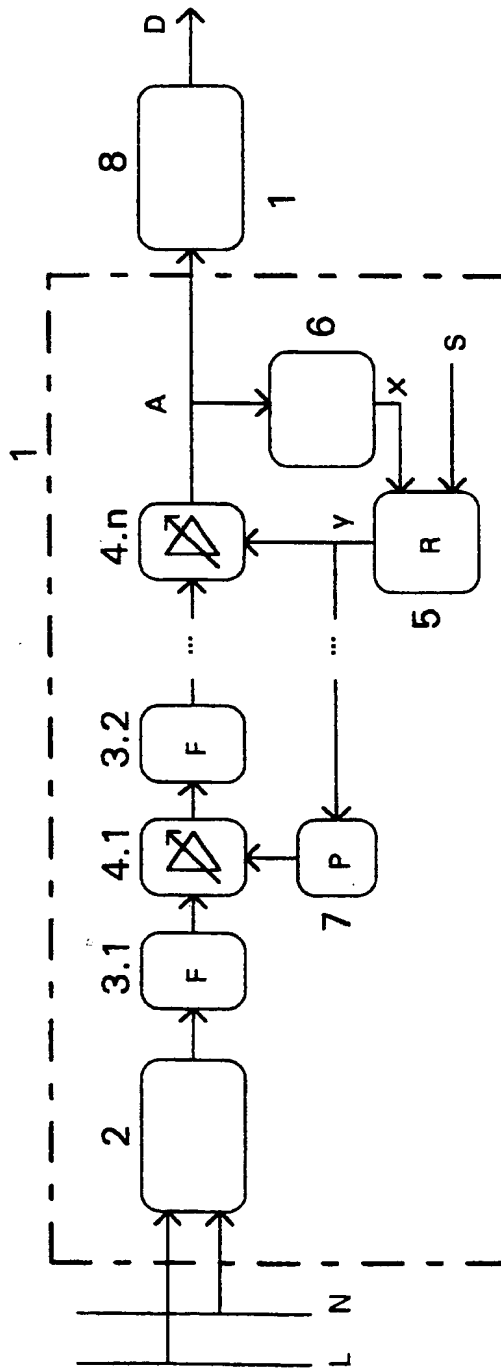


Fig. 1

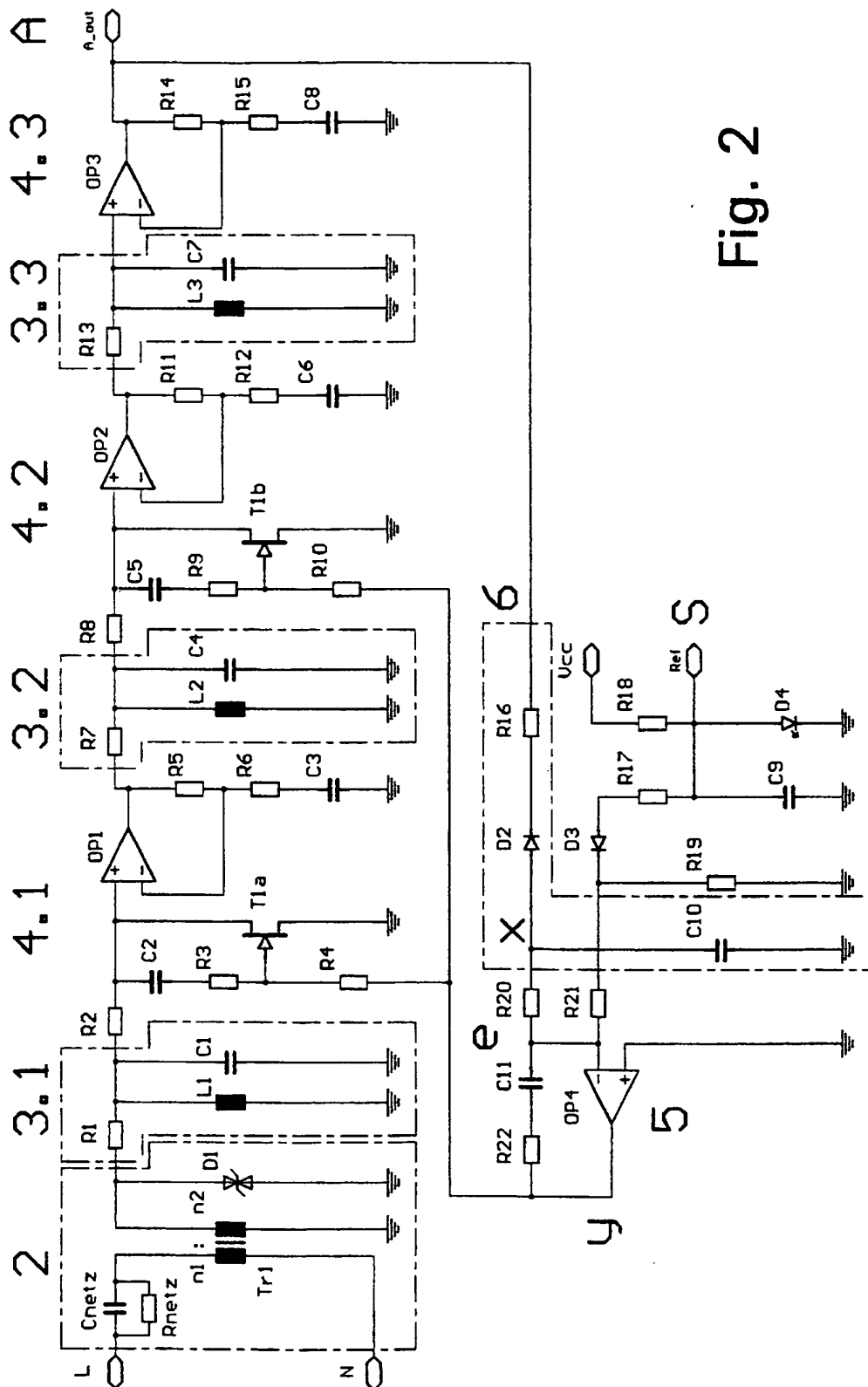


Fig. 2

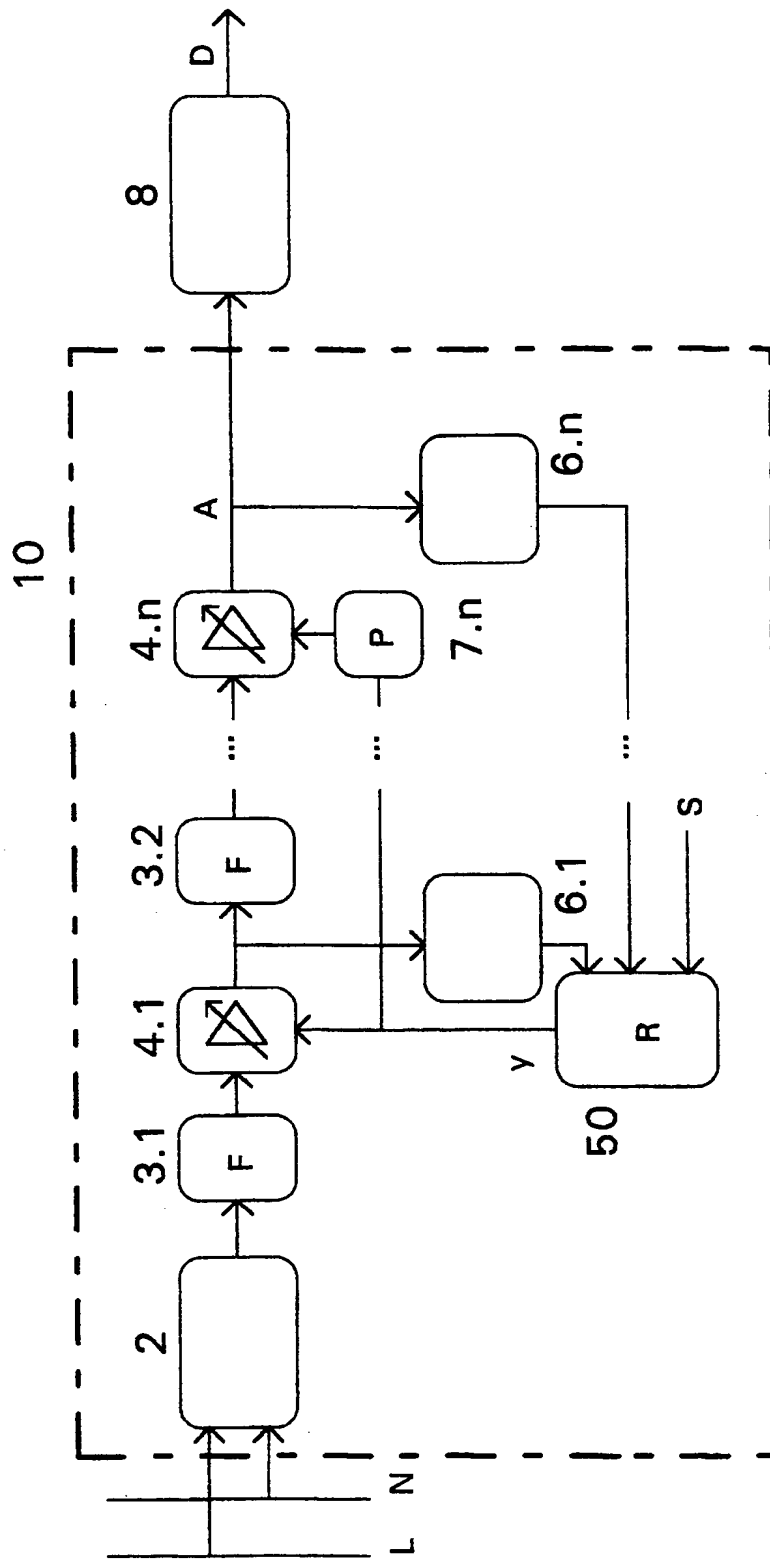


Fig. 3

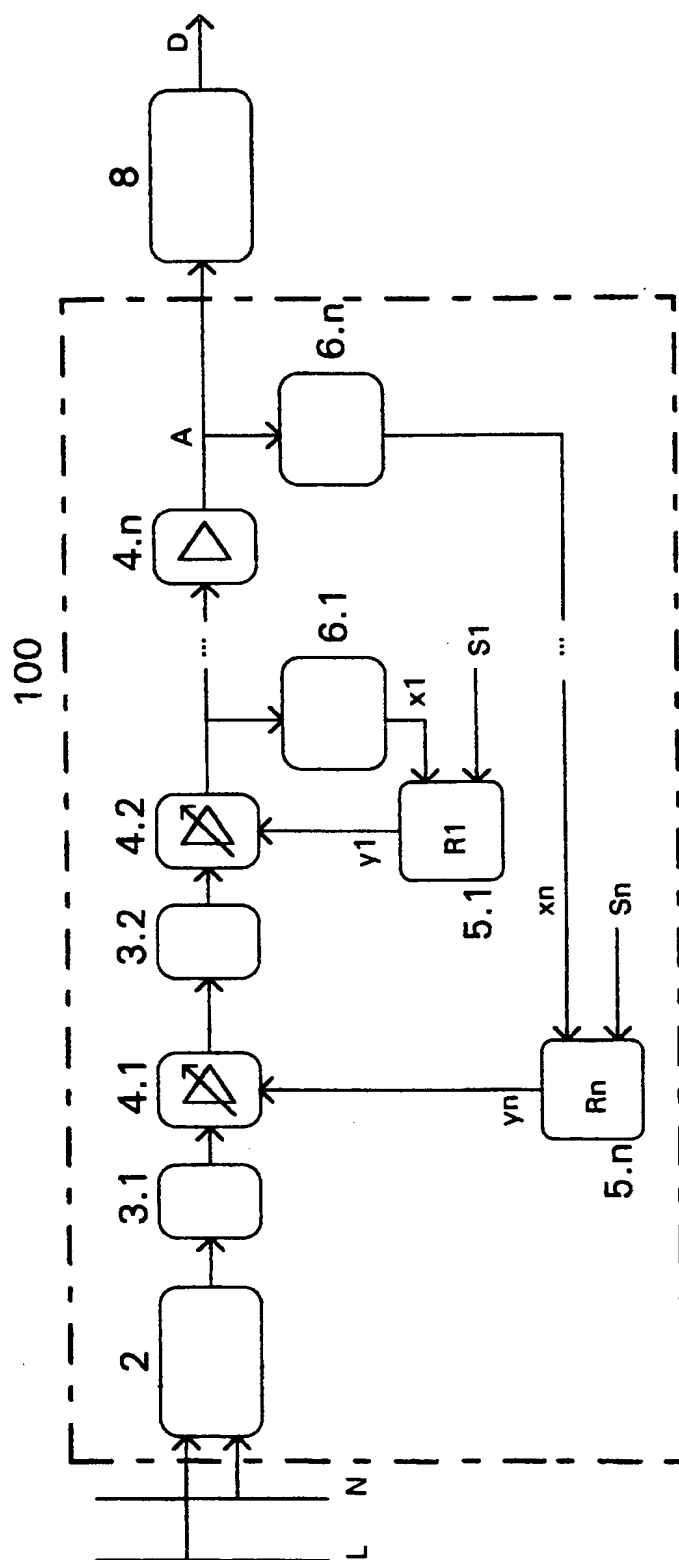


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 10 7785

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y	US-A-4 768 205 (K.NAKAYAMA) * Spalte 3, Zeile 16 - Zeile 63 *	1,9	H02J13/00
Y	FR-A-2 075 588 (TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY) * Seite 6, Zeile 12 - Zeile 36 *	1,9	
A	FR-A-2 580 446 (APPLICATIONS ELECTRONIQUES TECHNIQUES AVANCEES) * Seite 6, Zeile 29 - Seite 7, Zeile 12 *	1	
A	FR-A-1 265 672 (SIEMENS) * Seite 2, Zeile 27 - Seite 3, Zeile 41 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			H02J H04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Rechercheamt		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG		28. August 1995	Kelperis, K
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		I : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument * : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	